

**LIST OF RELATED CASES**

<u>Docket Number</u>	<u>Serial or Patent Number</u>	<u>Filing or Issue Date</u>	<u>Inventor/ Applicant</u>
0039-7683-2S	09/550,800	04/18/00	TOMISAKI et al.

**Radiation detector**

Patent Number: ☐ EP1067606, A3  
Publication date: 2001-01-10  
Inventor(s): TOMISAKI TAKAYUKI (JP); TANAKA MANABU (JP); HONDA MICHITAKA (JP); NAGAI SEIICHIRO (JP); SAKAGUCHI TAKUYA (JP)  
Applicant(s): TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO (JP)  
Requested Patent: ☐ JP2001056382  
Application Number: EP20000108384 20000417  
Priority Number (s): JP19990160213 19990607; JP20000108099 20000410  
IPC Classification: H01L27/146  
EC Classification: H01L27/146F5  
Equivalents: CN1276535  
Cited Documents: EP0788277; US5319206; GB2318473; JP9131337; JP6105069; JP1276887; JP6113136; JP2000004400

**Abstract**

A radiation detector has a plurality of charge conversion elements which are laid out in a matrix and convert incoming radiation into charges, a plurality of capacitors for storing the charges generated by the charge conversion elements, and charge read elements for reading the charges stored in the capacitors. Signals other than signals originated to charges stored in the capacitors, which are produced upon, e.g., turning on/off the charge read

elements are canceled by adjustment means, thus improving the S/N ratio. 

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-56382  
(P2001-56382A)

(43) 公開日 平成13年2月27日 (2001.2.27)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 1 T 1/24		G 0 1 T 1/24	
A 6 1 B 6/00	3 0 0	A 6 1 B 6/00	3 0 0 S
G 0 1 T 1/20		G 0 1 T 1/20	E
1/29		1/29	C
7/00		7/00	C

審査請求 未請求 請求項の数52 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-108099(P2000-108099)

(22) 出願日 平成12年4月10日(2000.4.10)

(31) 優先権主張番号 特願平11-160213

(32) 優先日 平成11年6月7日(1999.6.7)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 富崎 隆之

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会  
社東芝那須工場内

(72) 発明者 本田 道隆

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会  
社東芝那須工場内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

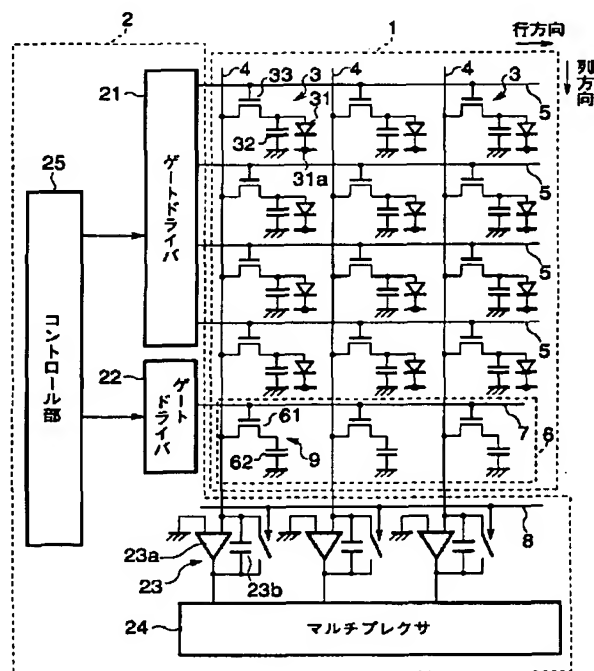
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 放射線検出器及び放射線診断装置

## (57) 【要約】

【課題】 本発明の目的は、放射線検出器において、S/N比を向上することにある。

【解決手段】 本発明の放射線検出器は、マトリクス状に配列された入射放射線を電荷に変換する複数の電荷変換素子31と、この電荷変換素子31子で発生する電荷を蓄積する複数のキャパシタ32と、このキャパシタ32に蓄積された電荷を読み出すTFT33とを備えている。TFT33のオン/オフ切替等により生じる、キャパシタ32に蓄積された電荷による信号以外の信号は、ダミー画素9によりキャンセルされる。これによりS/N比は向上する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入射放射線を電荷に変換する電荷変換素子と、  
前記変換された電荷を蓄積するキャパシタと、  
前記蓄積された電荷を読み出す電荷読出素子と、  
前記キャパシタから前記電荷読出素子を介して読み出される信号を調整するために、前記キャパシタに蓄積された電荷による信号以外の信号をキャンセルする調整手段とを具備することを特徴とする放射線検出器。

【請求項 2】 前記調整手段は、前記キャパシタに蓄積された電荷以外の電荷をキャンセルすることを特徴とする請求項 1 記載の放射線検出器。

【請求項 3】 前記調整手段は、前記電荷読出素子と同じ基板上に形成されることを特徴とする請求項 1 記載の放射線検出器。

【請求項 4】 前記電荷読出素子は、スイッチング素子であることを特徴とする請求項 1 記載の放射線検出器。

【請求項 5】 前記電荷読出素子は、薄膜トランジスタであることを特徴とする請求項 1 記載の放射線検出器。

【請求項 6】 前記調整手段は、前記電荷読出素子と同一の製造プロセスで製造された素子を有することを特徴とする請求項 1 記載の放射線検出器。

【請求項 7】 前記調整手段は、ダイオード又はキャパシタから構成されることを特徴とする請求項 1 記載の放射線検出器。

【請求項 8】 入射した放射線を電荷に変換する電荷変換素子と、  
前記変換された電荷を蓄積するキャパシタと、  
前記蓄積された電荷を読み出す電荷読出素子と、  
前記キャパシタから前記電荷読出素子を介して読み出される信号を調整するために、前記電荷読出素子のオン／オフの間での状態変化に起因して発生する電荷をキャンセルする調整手段とを具備することを特徴とする放射線検出器。

【請求項 9】 前記調整手段は、前記電荷読出素子と同じ基板上に形成されることを特徴とする請求項 8 記載の放射線検出器。

【請求項 10】 前記電荷読出素子は、薄膜トランジスタであることを特徴とする請求項 8 記載の放射線検出器。

【請求項 11】 入射した放射線を電荷に変換する電荷変換素子と、  
前記変換された電荷を蓄積するキャパシタと、  
前記蓄積された電荷を読み出す電荷読出素子と、  
前記キャパシタから前記電荷読出素子を介して読み出される信号を調整するために、前記キャパシタから前記電荷読出素子から電氣的に切り離され、前記期間以外では前記電荷読出素子に電氣的に接続される調整手段とを具備することを特徴とする放射線検出器。

2

【請求項 12】 前記調整手段は、前記電荷読出素子と同じ基板上に形成されることを特徴とする請求項 11 記載の放射線検出器。

【請求項 13】 前記電荷読出素子は、薄膜トランジスタであることを特徴とする請求項 11 記載の放射線検出器。

【請求項 14】 入射した放射線を電荷に変換する電荷変換素子と、  
前記変換された電荷を蓄積するキャパシタと、  
前記蓄積された電荷を読み出す電荷読出素子と、  
この電荷読出素子を介して読み出された電荷を積分する積分回路と、  
前記積分回路に読み出される信号を調整するために、前記電荷が読み出される期間には前記電荷読出素子及び前記積分回路から電氣的に切り離され、前記期間以外では前記電荷読出素子及び前記積分回路に電氣的に接続される調整手段とを具備することを特徴とする放射線検出器。

【請求項 15】 前記調整手段は、前記電荷読出素子と前記積分回路との間に設けられることを特徴とする請求項 14 記載の放射線検出器。

【請求項 16】 入射した放射線を電荷に変換する電荷変換素子と、  
前記変換された電荷を蓄積するキャパシタと、  
前記蓄積された電荷を読み出す読出用スイッチング素子と、  
前記読み出された電荷を積分する積分回路と、  
前記キャパシタから前記スイッチング素子を介して前記積分回路に読み出される信号を調整するための調整用スイッチング素子と、  
前記読出用スイッチング素子と前記調整用スイッチング素子とを駆動するドライバと、  
前記読出用スイッチング素子と前記調整用スイッチング素子とを逆相で動作させるために前記ドライバを制御するコントロール部とを具備することを特徴とする放射線検出器。

【請求項 17】 前記調整手段は、前記電荷読出素子と前記積分回路との間に設けられることを特徴とする請求項 16 記載の放射線検出器。

【請求項 18】 前記読出用スイッチング素子と前記調整用スイッチング素子とはそれぞれ薄膜トランジスタであることを特徴とする請求項 16 記載の放射線検出器。

【請求項 19】 前記コントロール部は、前記調整用スイッチング素子がオフ状態にある期間を含む期間以外に、前記積分回路にリセット信号を供給することを特徴とする請求項 16 記載の放射線検出器。

【請求項 20】 前記調整用スイッチング素子の前記積分回路と反対側は信号電荷が蓄積されない構造になっていることを特徴とする請求項 16 記載の放射線検出器。

【請求項 21】 前記調整用スイッチング素子の前記積

## 3

分回路と反対側の端子は所定電位に設定されることを特徴とする請求項 16 記載の放射線検出器。

【請求項 22】 前記調整用スイッチング素子の前記積分回路と反対側の端子は接地されることを特徴とする請求項 16 記載の放射線検出器。

【請求項 23】 前記調整用スイッチング素子の前記積分回路と反対側の端子には容量性素子が接続されることを特徴とする請求項 16 記載の放射線検出器。

【請求項 24】 前記キャパシタを前記積分回路に接続するための信号線と前記調整用スイッチング素子の開閉のための制御線との間の容量は、前記信号線と前記読出用スイッチング素子の開閉のための垂直選択線との間の容量に対して、略等価であることを特徴とする請求項 16 記載の放射線検出器。

【請求項 25】 前記電荷変換素子、前記キャパシタ及び前記読出用スイッチング素子は複数の信号線と複数の垂直選択線との交点にそれぞれ配置され、前記信号線各々に対して前記調整用スイッチング素子が少なくとも 1 つずつ設けられ、前記調整用スイッチング素子は少なくとも 1 本の制御線に共通接続されることを特徴とする請求項 16 記載の放射線検出器。

【請求項 26】 前記電荷変換素子、前記キャパシタ及び前記読出用スイッチング素子は、第 1 セクション内において複数の第 1 信号線と複数の第 1 垂直選択線との交点に配置され、前記第 1 セクションに垂直方向に隣接する第 2 セクション内において複数の第 2 信号線と複数の第 2 垂直選択線との交点に配置され、前記第 1、第 2 信号線各々に対して前記調整用スイッチング素子が少なくとも 1 つずつ設けられ、前記調整用スイッチング素子は前記第 1 セクション内において第 1 制御線に共通接続され、前記第 2 セクション内において第 2 制御線に共通接続されることを特徴とする請求項 16 記載の放射線検出器。

【請求項 27】 前記電荷変換素子、前記キャパシタ及び前記読出用スイッチング素子は、第 1 セクション内において複数の第 1 信号線と複数の第 1 垂直選択線との交点に配置され、前記第 1 セクションに水平方向に隣接する第 2 セクション内において複数の第 2 信号線と複数の第 2 垂直選択線との交点に配置され、前記第 1、第 2 信号線各々に対して前記調整用スイッチング素子が少なくとも 1 つずつ設けられ、前記調整用スイッチング素子は前記第 1 セクション内において第 1 制御線に共通接続され、前記第 2 セクション内において第 2 制御線に共通接続されることを特徴とする請求項 16 記載の放射線検出器。

【請求項 28】 前記電荷変換素子、前記キャパシタ及び前記読出用スイッチング素子は複数の信号線と複数の垂直選択線との交点にそれぞれ配置され、前記信号線各々に対して前記調整用スイッチング素子が所定数（2 以上）ずつ設けられ、前記調整用スイッチング素子は所定

## 4

数ずつ制御線に共通接続されることを特徴とする請求項 16 記載の放射線検出器。

【請求項 29】 前記コントロール部は、前記制御線の印加電圧を個別に調整することを特徴とする請求項 28 記載の放射線検出器。

【請求項 30】 前記コントロール部は、同時に電圧印加する制御線の本数を、同時に電圧印加する垂直選択線と同じ本数に設定することを特徴とする請求項 28 記載の放射線検出器。

10 【請求項 31】 前記コントロール部は、前記垂直選択線及び前記制御線各々の電圧印加タイミング及び／又は過渡特性を個別に調整することを特徴とする請求項 27 記載の放射線検出器。

【請求項 32】 前記コントロール部は、前記制御線各々の電圧印加タイミングを、前記垂直選択線各々の電圧印加タイミング及び／又は過渡特性に応じて変えることを特徴とする請求項 28 記載の放射線検出器。

20 【請求項 33】 前記コントロール部は、前記読出用スイッチング素子と前記調整用スイッチング素子のオン電圧とオフ電圧を、素子毎に設定することを特徴とする請求項 28 記載の放射線検出器。

【請求項 34】 前記コントロール部は、前記制御線の印加電圧を前記垂直選択線各々に応じて変えることを特徴とする請求項 28 記載の放射線検出器。

【請求項 35】 前記コントロール部は、前記制御線の印加電圧を、前記調整用スイッチング素子がオフ状態にある電圧範囲内から選択することを特徴とする請求項 28 記載の放射線検出器。

30 【請求項 36】 前記コントロール部は、前記読出用スイッチング素子のオン電圧とオフ電圧との差と、対応する信号線と垂直選択線との間に形成される容量との積が、前記調整用スイッチング素子のオン電圧とオフ電圧との差と、対応する信号線と制御線との間に形成される容量との積に略等価になるように、前記読出用スイッチング素子のオン電圧及びオフ電圧と、同時駆動する制御線の本数とを制御することを特徴とする請求項 28 記載の放射線検出器。

40 【請求項 37】 前記信号線と前記垂直選択線との間に形成される容量と、前記信号線と前記制御線との間に形成される容量とが略同一であり、前記コントロール部は、前記読出用スイッチング素子及び前記調整用スイッチング素子をオン／オフする際に、前記読出用スイッチング素子のオン電圧とオフ電圧との差と、同時に電圧印加する垂直選択線の本数との積が、前記調整用スイッチング素子のオン電圧とオフ電圧との差と、同時に電圧印加する制御線の本数との積に対して、略等価になるように、前記読出用スイッチング素子のオン電圧及びオフ電圧と、前記調整用スイッチング素子のオン電圧及びオフ電圧とを制御することを特徴とする請求項 28 記載の放射線検出器。

【請求項38】 入射した放射線を電荷に変換する電荷変換素子と、  
前記変換された電荷を蓄積するキャパシタと、  
前記蓄積された電荷を読み出す読出用スイッチング素子と、  
前記読み出された電荷を積分する積分回路と、  
前記キャパシタから前記スイッチング素子を介して前記積分回路に読み出される信号を調整するための調整用スイッチング素子と、  
前記読出用スイッチング素子と前記調整用スイッチング素子とを駆動するドライバと、  
前記読出用スイッチング素子と前記調整用スイッチング素子とを逆相で動作させるために前記ドライバを制御するコントロール部とを具備し、  
前記コントロール部は、前記調整用スイッチング素子のオン電圧とオフ電圧との差を、前記読出用スイッチング素子のオン電圧とオフ電圧との差よりも大きく設定することを特徴とする放射線検出器。

【請求項39】 前記スイッチング素子のオン/オフ電圧の差は、前記積分回路が出力し得る電圧幅に略一致することを特徴とする請求項38記載の放射線検出器。

【請求項40】 前記スイッチング素子のオン/オフ電圧の差は、オン電圧を  $V_{on \cdot sub}$ 、オフ電圧を  $V_{off \cdot sub}$ 、シフト後のオン電圧を  $V_{on \cdot sub'}$ 、シフト後のオフ電圧を  $V_{off \cdot sub'}$ 、シフト電圧を  $\Delta V_{on \cdot off \cdot sub}$  とすれば、

$$V_{on \cdot sub'} - V_{off \cdot sub'} = V_{on \cdot sub} - V_{off \cdot sub} + \Delta V_{on \cdot off \cdot sub}$$

を満たすようにシフトされ、

前記シフト電圧  $\Delta V_{on \cdot off \cdot sub}$  は、前記積分回路のキャパシタを  $C$  (nt)、オフセット電圧を  $\Delta V$ 、前記調整用スイッチング素子のための制御線と前記電荷のための信号線との間の容量を  $C_{gs \cdot sub}$  とすれば、

$$\Delta V \times C_{int} = \Delta V_{on \cdot off \cdot sub} \times C_{gs \cdot sub}$$

を満たすように設定されることを特徴とする請求項38記載の放射線検出器。

【請求項41】 前記コントロール部は、ある調整用スイッチング素子の欠陥を、その調整用スイッチング素子と同じ信号線に接続されている他の調整用スイッチング素子で補償させることを特徴とする請求項28記載の放射線検出器。

【請求項42】 前記積分回路の出力は、前記読出用スイッチング素子のオン直前とオフ直前との2回サンプリングされることを特徴とする請求項16記載の放射線検出器。

【請求項43】 前記積分回路の出力は、前記読出用スイッチング素子のオン直前とオフ直後との2回サンプリングされることを特徴とする請求項16記載の放射線検出器。

【請求項44】 入射した放射線を電荷に変換する電荷

変換素子と、  
前記変換された電荷を蓄積するキャパシタと、  
前記キャパシタに蓄積された電荷を読み出す電荷読出素子と、  
前記読み出された電荷を積分する積分回路と、  
前記積分回路と並列に設けられたオフセット調整用のキャパシタと、  
前記オフセット調整用のキャパシタに接続された、任意の電圧及び過渡特性を与えるための読出制御手段とを具備することを特徴とする放射線検出器。

【請求項45】 前記読出制御手段は、前記オフセット調整用のキャパシタに与える信号の過渡特性を、垂直選択線毎に調整するために、メモリ機能及び過渡特性制御手段を有することを特徴とする請求項44に記載の放射線検出器。

【請求項46】 前記読出制御手段は、前記オフセット調整用のキャパシタに与える信号の電圧を、垂直選択線毎に調整するために、メモリ機能及び電圧制御手段を有することを特徴とする請求項44に記載の放射線検出器。

【請求項47】 被検体に対して放射線を照射する放射線発生源と、前記被検体を挟んで前記放射線発生源と対向配置され、前記被検体を透過した放射線を検出する放射線検出器とを有する放射線診断装置において、前記放射線検出器は、

マトリクス状に配列された入射放射線を電荷に変換する電荷変換素子と、

前記変換された電荷を蓄積するキャパシタと、

前記蓄積された電荷を読み出す電荷読出素子と、

前記キャパシタに蓄積された電荷以外の電荷をキャンセルするための調整手段とを備えることを特徴とする放射線診断装置。

【請求項48】 被検体に対して放射線を照射する放射線発生源と、前記被検体を挟んで前記放射線発生源と対向配置され、前記被検体を透過した放射線を検出する放射線検出器と、この放射線検出器で得られた信号を医用画像として表示する画像表示装置と、これら全体を制御するシステム制御装置とを有する放射線診断装置において、

前記放射線検出器は、

マトリクス状に配列された入射放射線を電荷に変換する電荷変換素子と、

前記変換された電荷を蓄積するキャパシタと、

前記蓄積された電荷を読み出す電荷読出素子と、

前記キャパシタに蓄積された電荷以外の電荷をキャンセルするための調整手段とを備え、前記システム制御装置は、前記放射線検出器の動作を制御する制御信号を送り、その制御信号に基づいて得られた検出器信号を医用画像として表示することを特徴とする放射線診断装置。

【請求項49】 前記放射線発生源と前記放射線検出器

## 7

との同期をとるためのコントロール部をさらに備えることを特徴とする請求項 4 記載の放射線診断装置。

【請求項 50】 前記コントロール部は、撮影条件に応じて、前記調整手段の動作条件を変更することを特徴とする請求項 4 記載の放射線診断装置。

【請求項 51】 被検体に対して放射線を照射する放射線発生源と、前記被検体を挟んで前記放射線発生源と対向配置され、前記被検体を透過した放射線を検出する放射線検出器とを有する放射線診断装置において、前記放射線検出器は、

マトリクス状に配列された入射放射線を電荷に変換する電荷変換素子と、

前記変換された電荷を蓄積するキャパシタと、

前記蓄積された電荷を読み出す電荷読出素子と、

前記キャパシタから前記電荷読出素子を介して読み出される信号を調整するために、前記電荷読出素子のオン／オフの間での状態変化に起因して発生する電荷をキャンセルするための調整手段とを備えることを特徴とする放射線診断装置。

【請求項 52】 被検体に対して放射線を照射する放射線発生源と、前記被検体を挟んで前記放射線発生源と対向配置され、前記被検体を透過した放射線を検出する放射線検出器とを有する放射線診断装置において、前記放射線検出器は、

マトリクス状に配列された入射放射線を電荷に変換する電荷変換素子と、

前記変換された電荷を蓄積するキャパシタと、

前記蓄積された電荷を読み出す電荷読出素子と、

前記キャパシタから前記電荷読出素子を介して読み出される信号を調整するために、前記キャパシタから前記電荷読出素子を介して電荷が読み出される期間には前記電荷読出素子から電氣的に切り離され、前記期間以外では前記電荷読出素子に電氣的に接続される調整手段とを備えることを特徴とする放射線診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜トランジスタ（TFT）を読み出し用のスイッチング素子として用いている放射線検出器に関する。

【0002】

【従来の技術】TFTを各画素のスイッチング素子として使用する放射線検出器は、ガラス基板の片側面に薄膜を生成し、エッチングによりパターンニングし、薄膜を重ねて形成し、再びパターンニングするという工程を繰り返すことにより形成される。

【0003】図 1 に従来の放射線検出器の構成を示している。放射線検出器は、格子状に配列された複数の画素 203 を有する。各画素 203 は、入射放射線（例えば X 線）を直接的に電荷に変換できるセレンで形成される光電変換素子 102 と、発生された電荷を蓄積するキャ

## 8

パシタ 103 と、信号読み出し用 TFT 101 とから構成される。各画素のキャパシタ 103 に蓄積された電荷は、TFT 101 及び信号線 105 を介して、積分回路 112 に読み出される。

【0004】図 2 に示すように、ゲートドライバ 108 は、垂直選択線 106 の電位を変えることにより、TFT 101 のオン／オフを切り替える。TFT 101 がオン／オフ間で切り替わる際、オフセット電圧  $\Delta V_{out}$  が TFT 101 から発生する。オフセット電圧  $\Delta V_{out}$

は、

$$\Delta V_{out} = (C_{gs} / C_{out}) \times (V_{on} - V_{off})$$

により与えられる。ここで、図 3 に示すように、 $C_{gs}$  は TFT 101 のゲートと信号線 105 との間の実効キャパシタ、 $V_{on}$  は TFT 101 のオン電圧、 $V_{off}$  は TFT 101 のオフ電圧、 $C_{out}$  は積分回路 112 のキャパシタ 110 の容量である。

【0005】つまり、 $C_{out}$  が小さい場合には、 $\Delta V_{out}$  が大きくなる。特に、放射線検出器を X 線透視に使用する場合には、微小な検出信号に応じて、積分回路 112 のキャパシタ 110 は小さい容量  $C_{out}$  のものが用いられており、信号電圧を増幅する必要がある。信号電圧と共に、オフセット電圧  $\Delta V_{out}$  も増幅され、非常に大きくなる。増幅されたオフセット電圧  $\Delta V_{out}$  は、積分回路 112 のダイナミックレンジを実効的に狭める。また、増幅されたオフセット電圧  $\Delta V_{out}$  は、積分回路 112 を飽和させてしまう。これらは、S/N 比低下の原因である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、放射線検出器において、S/N 比を向上することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の放射線検出器は、入射放射線を電荷に変換する電荷変換素子と、前記変換された電荷を蓄積するキャパシタと、前記蓄積された電荷を読み出す電荷読出素子と、前記キャパシタから前記電荷読出素子を介して読み出される信号を調整するために、前記キャパシタに蓄積された電荷による信号以外の信号をキャンセルする調整手段とを具備する。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明を好ましい実施形態により詳細に説明する。

【0009】第 1 実施形態

図 4 は本発明の第 1 実施形態による放射線検出器の構成図である。図 4 に示すように、この第 1 実施形態の放射線検出器は、入射した放射線、例えば X 線を検出する X 線検出部 1 と、X 線検出部 1 において検出された X 線強度に応じた信号を読み出す読出回路部 2 とを備えている。

【0010】X 線検出部 1 は、2 次元マトリクス状に配置された複数の画素 3 と、画素 3 から信号を読み出した

9

めの信号線4と、画素3からの信号読み出しを選択するための垂直選択線5と、後述する積分回路におけるオフセットを低減させるために画素3から出力された信号を調整する調整部6と、調整部6を制御するための調整部制御線7とを有している。

【0011】各画素3は、入射放射線をその強度に応じた量の電荷に変換する光電変換素子31と、光電変換素子31で発生した電荷を蓄積するキャパシタ32と、信号読出用の薄膜トランジスタ（以下、読出用TFTという）33とからなる。

【0012】光電変換素子31としては、例えば、X線を直接電荷に変換するセレンが用いられる。また、キャパシタ32の一端は接地されている。また、光電変換素子31の端子31aは所定の電位に保たれている。

【0013】なお、光電変換素子31としては、入射放射線をその強度に応じた量の電荷に間接的に変換するタイプであってもよい。この場合、光電変換素子31は、入射放射線を光に変換する蛍光体と、その変換された光を電荷に変換するフォトダイオードとから構成される。

【0014】調整部6は、複数のダミー画素9からなる。複数のダミー画素9は、複数の信号線4に対してそれぞれ接続されている。各ダミー画素9は、調整用薄膜トランジスタ（以下、調整用TFTという）61と、キャパシタ62とからなる。各ダミー画素9は、画素3とは異なり、光電変換素子を備えていない、又は光電変換素子が調整用TFT61に電気的に接続されていない。このため、各ダミー画素9は、信号電荷を発生しないで、TFTのスイッチングに伴うオフセットだけを発生する。複数の調整用TFT61は、制御線7に共通接続されている。調整用TFT61は読出用TFT33と同一プロセスにより読出用TFT33と共に形成され、また、キャパシタ62は、信号電荷蓄積用のキャパシタ32と同一プロセスにより信号電荷蓄積用のキャパシタ32と共に形成される。これにより調整用TFT61は、読出用TFT33と略同一の特性を有している。また、キャパシタ62は、信号電荷蓄積用のキャパシタ32と略同一の容量を有している。

【0015】読出回路部2は、複数の読出用TFT33を一斉にオン／オフするために垂直選択線5に選択的に電圧を印加するゲートドライバ21と、複数の調整用TFT61を一斉にオン／オフするために制御線7に電圧を印加するゲートドライバ22と、読出用TFT33を介して読み出された電荷を積分する積分回路23と、各積分回路23によって増幅された信号を順次選択するマルチプレクサ24と、ゲートドライバ21、22やマルチプレクサ24等読出回路部2の構成各部を制御するコントロール部25とを有している。積分回路23は、読出用TFT33を介して読み出された信号を増幅するアンプ23aと、積分用のキャパシタ23bとを有する。

【0016】コントロール部25は、垂直選択線5に選

10

択的にオン電圧を印加させるために、ゲートドライバ21を制御する。オン電圧を印加された垂直選択線5に連なる読出用TFT33は一斉にオン状態になる。読出用TFT33がオン状態にあるとき、キャパシタ32に蓄積されている信号電荷がそれぞれの信号線4に読み出される。コントロール部25は、垂直選択線5に選択的にオフ電圧を印加させるために、ゲートドライバ21を制御する。オフ電圧を印加された垂直選択線5に連なる読出用TFT33は一斉にオフ状態になる。読出用TFT33がオフ状態になると、キャパシタ32からの信号電荷の読み出しは停止する。

【0017】図5に示すように、コントロール部25は、読出用TFT33のオン／オフ動作に対して、調整用TFT61のオン／オフ動作が逆相になるように、ゲートドライバ22を制御する。つまり、垂直選択線5にオン電圧が印加されるとき、それに同期して制御線7にはオフ電圧が印加され、また垂直選択線5にオフ電圧が印加されるとき、それに同期して制御線7にはオン電圧が印加される。

【0018】コントロール部25は、調整用TFT61がオフ状態にある期間を含む期間以外に、リセット用制御線8にリセット信号を供給することによって各積分回路23をリセットする。

【0019】次にこの放射線検出器の動作について説明する。

【0020】図5に示すように、ゲートドライバ21は、複数の垂直選択線5にそれぞれ対応する制御信号a1, a2, a3, a4の電圧をオン電圧に順番に切り替える。これにより読出用TFT33は行単位で順番にオンする。一方、ゲートドライバ22は、制御信号a1, a2, a3, a4の電圧切り替えに同期して、制御線7の制御信号b1の電圧をオフ電圧に切り替える。なお、制御信号b1の振幅は、制御信号a1 (a2, a3, a4)の振幅と略等価に設定される。

【0021】図6に示すように、まず、コントロール部25の制御の下、ゲートドライバ22が、調整用TFT61のゲートに接続されている調整部制御線7にオフ電圧を印加して各調整用TFT61をオフとする。

【0022】これと略同時に、ゲートドライバ21が、例えば、1行目の垂直選択線5にオン電圧を印加して、この垂直選択線5に繋がる画素3の読出用TFT33をオンとする。これによって各画素3のキャパシタ32に蓄積された電荷が読出用TFT33を介して信号線4に流れ、積分回路23において読み出される。

【0023】ゲートドライバ21は、所定の読出時間が経過すると例えば制御信号a1をオフ電圧とし、これと略同時に、ゲートドライバ22が、制御信号b1にオン電圧を印加して各調整用TFT61をオンとする。

【0024】ここで、コントロール部25は、リセット用制御線8にリセット信号c1を供給して、上記所定の



11

読出時間の前後の期間において、各積分回路23をリセットする。

【0025】また、各読出用TFT33のゲートと信号線4との間、調整用TFT61のゲートと信号線4との間には、図7に示すように、それぞれ、電氣的等価回路としてコンデンサ91、92で表されるキャパシタが形成される。

【0026】これらコンデンサ91、92の容量Cgs、\*

$$V_{on} = V_{on.sub}$$

$$V_{off} = V_{off.sub}$$

または、ゲートオン電圧とゲートオフ電圧との差が等しくなるようにしても良い。この場合(4)式が成り立

$$V_{on} - V_{off} = V_{on.sub} - V_{off.sub}$$

図6に示すように、積分アンプ23aからの出力波形d1は、制御信号b1がオンからオフになると、調整用TFT61は信号線4から切り離されて、調整用TFT61によるオフセット $\Delta V_{out.sub}$ 分だけ低下する。

【0029】この直後に、例えば制御信号a1がオンからオフになると、読出用TFT33が信号線4に接続され、出力波形d1は、オフセット $\Delta V_{out.sub}$ と略等しい読出用TFT33によるオフセット $\Delta V_{out}$ 分だけ上

$$\Delta V_{out} = C_{gs} (V_{on} - V_{off}) / C_{out}$$

積分回路23において読み出されると、制御信号a1はオフ電圧とされ、読出用TFT33は信号線4から切り離され、これに伴って出力波形d1は、オフセット $\Delta V_{out}$ 分低下する。

【0032】この直後に、制御信号b1がオフからオンになると、調整用TFT61が信号線4に接続され、出力波形d1はオフセット $\Delta V_{out.sub}$ 分上昇し、この後、コントロール部25は、リセット用制御線8にリセ

$$\Delta V_{out.sub} = C_{gs.sub} (V_{on.sub} - V_{off.sub}) / C_{out} \quad \cdot (6)$$

以上の動作が2行目以下の読出用TFT33においても順次実行されて1枚の画像を読み出す。

【0035】つまり、読出用TFTは垂直方向走査周期内に1回オン状態となるのに対して、調整用TFTは水平方向走査周期内に1回オン状態となるように駆動される。

【0036】以上説明したように、第1実施形態によれば、調整用TFT61と、各画素の読出用TFT33とを逆相で動作させることで、それぞれのオフセット電圧が互いに打ち消しあう。これにより、スイッチングによるオフセット電圧を実効的に低減させることができる。したがって、透視などの小信号を検出する場合に、積分回路23のダイナミックレンジを無駄にすることなく、信号を十分に増幅することができるために、S/N比も向上させることができる。しかも、アレイ設計上、従来の製造技術を用いることができるために、例えば新たな工程を加えることなく容易に製造することができる。◆

$$V_{on.sub1} - V_{off.sub1} = 2 (V_{on.sub} - V_{off.sub}) \quad \cdot (7)$$

以上説明したように、本第2実施形態によれば、上述した第1実施形態と略同一の効果を得ることができる。加

12

\*Cgs.subが等しい場合には、読出用TFT33のゲートに与えるゲートオン電圧 $V_{on}$ 、ゲートオフ電圧 $V_{off}$ と、調整用TFT61のゲートに与えるゲートオン電圧 $V_{on.sub}$ 、ゲートオフ電圧 $V_{off.sub}$ とは等しくされる。すなわち、ゲートオン電圧 $V_{on}$ 、ゲートオフ電圧 $V_{off}$ は、それぞれ、(2)式、(3)式によって与えられる。

【0027】

$$\cdot (2)$$

$$\cdot (3)$$

※つ。

【0028】

$$\cdot (4)$$

★昇し、ここからさらに所定の時定数にしたがって検出信号 $V_{out}$ 分だけ上昇する。

【0030】この際、オフセット $\Delta V_{out}$ は、図7に示すようなコンデンサ91の容量Cgsと、ゲート電圧差 $(V_{on} - V_{off})$ と、積分回路23の積分キャパシタ23bの容量Coutとによって決まり、(5)式によって与えられる。

【0031】

$$\cdot (5)$$

★ット信号c1を供給して、出力波形d1は零レベルとなる。

【0033】なお、調整用TFT61におけるオフセット $\Delta V_{out.sub}$ は、同図に示すようなコンデンサ92の容量Cgs-subと、ゲート電圧差 $(V_{on.sub} - V_{off.sub})$ と、積分回路23の積分キャパシタ23bの容量Coutとによって決まり、(6)式によって与えられる。

【0034】

#### ◆【0037】第2実施形態

図8は第2実施形態による放射線検出器の動作を説明するためのタイムチャートである。第2実施形態が上述した第1実施形態と異なるところは、同時に2本の垂直選択線5をオンにして、列方向に隣接するペアの画素3から信号電荷を同時に読み出すことにある。

【0038】この第2実施形態においては、同時に2本の垂直選択線5をオンとするのに伴って、図8に示すように、調整用TFT33のゲートに与えるゲートオン電圧 $V_{on.sub1}$ とゲートオフ電圧 $V_{off.sub1}$ との差が、第1実施形態において採用したゲートオン電圧 $V_{on.sub}$ とゲートオフ電圧 $V_{off.sub}$ の差の2倍になるように設定される。すなわち、ゲートオン電圧 $V_{on.sub1}$ とゲートオフ電圧 $V_{off.sub1}$ との差が、(7)式に従うようになる。

【0039】

13

えて、水平方向の走査を速く行うようにすることができる。

#### 【0040】第3実施形態

図9は本発明の第3実施形態による放射線検出器の構成図、また、図7は同放射線検出器の動作を説明するためのタイムチャートである。

【0041】第3実施形態が上述した第1実施形態と異なるところは、複数の信号線4に対してそれぞれダミー画素9を2つずつ設けた点である。

【0042】図9に示すように、この第3実施形態の放射線検出器は、X線検出部1Aと、読出回路部2Aとを備え、X線検出部1Aは、複数の画素3と、複数の信号線4と、複数の垂直選択線5と、調整部6Aと、調整部6Aを制御するための調整部制御線7とを有している。

【0043】各画素3は、光電変換素子31とキャパシタ32と読出用TFT33とを有している。調整部6Aは、複数のダミー画素9を有する。1本の信号線4に対して2つのダミー画素9が設けられる。すなわち、調整用TFT61は2行並列され、各行の調整用TFT61にはそれぞれ調整部制御線7が接続されている。読出回路部2は、ゲートドライバ21Aと、ゲートドライバ22Aと、積分アンプ23aと積分キャパシタ23bとを有する積分回路23と、マルチプレクサ24と、コントロール部25Aとを有している。

【0044】次にこの放射線検出器の動作について説明する。

【0045】図10に示すように、ゲートドライバ21Aは、1行目乃至4行目の各読出用TFT33に垂直選択線5を介して制御信号a5（a6，a7，a8）を供給して、順次オン／オフさせると共に、ゲートドライバ22Aは、各行の調整用TFT61に各調整部制御線7を介して制御信号b2（b3）を供給し、各読出用TFT33のオン／オフ状態に対応させて各調整用TFT61をオン／オフさせる。

【0046】ここで、コントロール部25Aの制御の下、ゲートドライバ22Aは2本の調整部制御線7、7上を送られる制御信号b2，b3をオフ電圧とし、これと略同時にゲートドライバ21Aは例えば1行目及び2行目の2本の垂直選択線5，5上を送られる制御信号a5，a6をオン電圧とする。

【0047】ゲートドライバ21Aは所定の読出時間が経過すると制御信号a5，a6をオフ電圧とし、これと略同時にゲートドライバ22Aは制御信号b2，b3をオン電圧とし、コントロール部25Aは積分回路23をリセットする。

【0048】これにより、読出用TFT33がオン状態となった各画素のキャパシタ32に蓄積された電荷が上記読出用TFT33を介して信号線4に流れ、積分回路23によって読み出される。

【0049】そして次の水平方向走査周期において、ゲ

14

ートドライバ22Aは再び制御信号b2，b3をオフ電圧とし、これと略同時にゲートドライバ21Aは3行目及び4行目の2本の垂直選択線5，5上を送られる制御信号a7，a8をオン電圧とし、これらの行の信号を読み出す。以上の動作を繰り返して1枚の画像を読み出す。

【0050】なお、この本第3実施形態においても、上述した第1実施形態の場合と同様に、コンデンサ91，92の容量Cgs，Cgs.subが等しい場合には、読出用TFT33のゲートに与えるゲートオン電圧Von、ゲートオフ電圧Voffと、調整用TFT61のゲートに与えるゲートオン電圧Von.sub、ゲートオフ電圧Voff.subとは等しくされる。または、ゲートオン電圧とゲートオフ電圧との差が等しくされる。

【0051】以上説明したように、本第3実施形態によれば、上述した第1実施形態と略同一の効果を得ることができる。また、2行分の読出しが同時に行われるので、高速の走査が可能となる。

#### 【0052】第4実施形態

図11は本発明の第4実施形態による放射線検出器の動作を説明するためのタイムチャートである。第4実施形態が上述した第3実施形態と異なるところは、垂直選択線を1本ずつ選択して駆動するように構成した点である。これ以外の構成は第3実施形態と略同一であるので、その説明を省略する。

【0053】次にこの平面型X線固体検出部の動作について説明する。図11に示すように、ゲートドライバ21Aは、1行目乃至4行目の各読出用TFT33に垂直選択線5を介して制御信号a9（a10，a11，a12）を供給して、順次オン／オフさせると共に、ゲートドライバ22Aは、各行の調整用TFT61に各調整部制御線7を介して制御信号b4（b5）を供給し、各読出用TFT33のオン／オフ状態に対応させて各調整用TFT61をオン／オフさせる。

【0054】ここで、コントロール部25Aの制御の下、ゲートドライバ22Aは1行目の調整部制御線7上を送られる制御信号b4をオフ電圧とし、これと略同時にゲートドライバ21Aは例えば1行目の垂直選択線5上を送られる制御信号a9をオン電圧とする。

【0055】ゲートドライバ21Aは所定の読出時間が経過すると制御信号a9をオフ電圧とし、これと略同時にゲートドライバ22Aは制御信号b4をオン電圧とし、コントロール部25Aは積分回路23をリセットする。

【0056】これにより、読出用TFT33がオン状態となった各画素のキャパシタ32に蓄積された電荷が上記読出用TFT33を介して信号線4に流れ、積分回路23によって読み出される。なお、この間制御信号b5はオン電圧とされる。

【0057】そして次の水平方向走査周期においては、

15

ゲートドライバ 22A は制御信号 b4 はオフ電圧のままとして、今度は制御信号 b5 をオフ電圧とし、これと略同時にゲートドライバ 21A は 2 行目の垂直選択線 5 上を送られる制御信号 a10 をオン電圧とし、この行の信号を読み出す。

【0058】この後制御信号 b4 をオフ電圧、3 行目の垂直選択線 5 上を送られる制御信号 a11 をオン電圧としてこの行の画素の電荷を読み出し、制御信号 b5 をオフ電圧、4 行目の垂直選択線 5 上を送られる制御信号 a12 をオン電圧としてこの行の画素の電荷を読み出す。

【0059】このように、ゲートドライバ 22A は各行の画素の電荷の読出し時に対応させて、制御信号 b4, b5 を交互にオフ電圧とする。以上のように、動作を繰り返して 1 枚の画像を読み出す。

【0060】1 つの調整用 TFT 61 で駆動させた場合、調整用 TFT 61 がオン状態となつてから次にオフ状態となるまでに要する時間は、数  $\mu\text{sec}$  であるのに対して、図 11 に示すようなこの第 4 実施形態の駆動方法では、数十  $\mu\text{sec}$  となる。

【0061】以上説明したように、本第 4 実施形態によれば、上述した第 1 実施形態と略同一の効果を得ることができる。加えて、1 つの行の調整用 TFT 61 がオン状態となつてから次にオフ状態となるまでの時間が十分に確保されるために、より安定した動作をさせることができる。

#### 【0062】第 5 実施形態

図 12 は本発明の第 5 実施形態による放射線検出器の動作を説明するためのタイムチャートである。第 5 実施形態が上述した第 4 実施形態と異なるところは、1 行の調整用 TFT 61 のオフ状態の期間を 2 行分の読取用 TFT 33 の読出時間を含むように設定して、2 つの行の調整用 TFT 61 を交互にオン／オフさせるようにした点である。これ以外の構成は第 4 実施形態と略同一であるので、その説明を省略する。

【0063】次にこの放射線検出器の動作について説明する。図 12 に示すように、ゲートドライバ 21A は、1 行目乃至 4 行目の各読出用 TFT 33 に垂直選択線 5 を介して制御信号 a13 (a14, a15, a16) を供給して、順次オン／オフさせると共に、ゲートドライバ 22A は、各行の調整用 TFT 61 に各調整部制御線 7 を介して制御信号 b6 (b7) を供給し、各読出用 TFT 33 のオン／オフ状態に対応させて各調整用 TFT 61 をオン／オフさせる。

【0064】ここで、コントロール部 25A の制御の下、ゲートドライバ 22A は 1 行目の調整部制御線 7 上を送られる制御信号 b6 をオフ電圧とし、これと略同時 \*

$$C_{gs} (V_{on} - V_{off}) = C_{gs, sub} (V_{on, sub} - V_{off, sub}) \quad (8)$$

また、第 1 実施形態では、図 1 及び図 13 (a) に示すように、調整用 TFT 61 に容量 62 を接続した場合について説明したが、図 13 (b) に示すように、調整用

16

\*にゲートドライバ 21A は例えば 1 行目の垂直選択線 5 上を送られる制御信号 a13 をオン電圧とする。

【0065】ゲートドライバ 21A は所定の読出時間が経過すると制御信号 a13 をオフ電圧とし、これと略同時にゲートドライバ 22A は制御信号 b6 をオフ電圧のままとして制御信号 b7 をオン電圧とし、コントロール部 25A は積分回路 23 をリセットする。

【0066】これにより、読出用 TFT 33 がオン状態となつた各画素のキャパシタ 32 に蓄積された電荷が上記読出用 TFT 33 を介して信号線 4 に流れ、積分回路 23 によって読み出される。

【0067】そして次の水平方向走査周期においては、ゲートドライバ 22A は制御信号 b6 はオフ電圧のままとして、制御信号 b7 をオフ電圧とし、これと略同時にゲートドライバ 21A は 2 行目の垂直選択線 5 上を送られる制御信号 a14 をオン電圧とし、この行の信号を読み出す。

【0068】次に、ゲートドライバ 22A は制御信号 b7 はオフ電圧のままとして、制御信号 b6 をオフ電圧とし、これと略同時にゲートドライバ 21A は 3 行目の垂直選択線 5 上を送られる制御信号 a15 をオン電圧とし、この行の信号を読み出す。

【0069】この後、ゲートドライバ 22A は制御信号 b6 はオフ電圧のままとして制御信号 b7 をオフ電圧とし、これと略同時にゲートドライバ 21A は 4 行目の垂直選択線 5 上を送られる制御信号 a16 をオン電圧とし、この行の信号を読み出す。

【0070】このように、ゲートドライバ 22A は各行の画素の電荷の読出し時に対応させて、制御信号 b6, b7 を交互にオフ電圧とする。以上のように、動作を繰り返して 1 枚の画像を読み出す。

【0071】以上説明したように、本第 5 実施形態によれば、上述した第 4 実施形態と略同一の効果を得ることができる。

【0072】以上、本発明の実施形態を詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではない。例えば、上述した実施形態では、光電変換素子としてセレンを用いる場合について述べたが、増感紙とフォトダイオードとの組合せを用いるようにしても良い。

【0073】また、第 1 実施形態では、コンデンサ 91, 92 の容量  $C_{gs}$ ,  $C_{gs, sub}$  が等しい場合について述べたが、容量  $C_{gs}$ ,  $C_{gs, sub}$  が異なる場合は、(8) 式が成り立つように、ゲートオン電圧  $V_{on, sub}$  及びゲートオフ電圧  $V_{off, sub}$  を決定する。

【0074】

TFT 61 の一端を接地しても良い。図 13 (c) に示すように、調整用 TFT 61 の一端を定電位に維持するようにしても良い。さらに、図 13 (d) に示すよう

17

に、調整用TFT61の一端を開放しても良い。

【0075】但し、図13(b)に示したような調整用TFT61に接地を接続する方式を採用する際には、何らかの原因で調整用TFT61のソース・ドレイン間に電位差が生じたときに電荷の出入りがあるので、ノイズの発生に留意する。また、図13(c)に示すような調整用TFT61に定電位を接続する方式を採用する際には、調整用TFT61のソース・ドレイン間の電位差によるリーク電流の発生に留意する。また、図13(d)に示すような調整用TFT61の一端を開放する際には、接続しなかった側のC<sub>gs</sub>の影響によって生じる調整用TFTのソース・ドレイン間の電位差に留意する。 \*

$$V_{on, sub2} - V_{off, sub2} = n (V_{on, sub} - V_{off, sub}) \quad \cdot (9)$$

また、第3実施形態では、同時に2本の垂直選択線をオンにして、2画素を同時に読み出すような駆動を行う場合について説明したが、n本の垂直選択線を同時にオンとするような駆動を行うようにしても良い。この場合には、調整用TFTのゲートに与えるゲートオン電圧とゲートオフ電圧との差がn倍になるような電圧を与えるようにする。

【0079】また、第3実施形態において、コンデンサ91、92の容量C<sub>gs</sub>、C<sub>gs, sub</sub>が異なる場合は、調整用TFT61のゲートに与えるゲートオン電圧V<sub>on</sub>とゲートオフ電圧V<sub>off</sub>を調整することにより、読出用TFT32のスイッチングによるオフセット電圧の影響を最小にする。

【0080】また、第4実施形態では、2行の調整用TFTを交互にオン/オフさせて垂直選択線を1本ずつ選択する場合の駆動方法について述べたが、2行の調整用TFTのうち、一方の調整用TFTのゲートに接続される調整部制御線7を常にオフ状態とし、他方の調整用TFTを第1実施形態の場合と同様に駆動することによって、垂直選択線を1本ずつ選択するようにしても良い。

【0081】また、第4実施形態では、調整用TFT61の信号線4と反対側の端子を容量に接続する場合について述べたが、開放させるようにしても良い(図13(d)参照)。

【0082】また、第5実施形態では、第1実施形態の場合と同様に、調整用TFT61に容量を接地する他に、接地を接続するようにしても良いし、定電位を接続しても良いし、さらに、何も接続せずに開放しても良い(図13(a)～図13(d)参照)。

#### 【0083】第6実施形態

図14に示すように、上述した第1～第5実施形態では、複数の画素3及びダミー画素9のアレイは一つのセクションにデザインされていた。これに対して、第6実施形態では、複数の画素3及びダミー画素9のアレイは、複数のセクションに分かれてデザインされる。

【0084】図15乃至図19に示すように、2つ又は4つのセクションが形成される。検出視野の大きさによ

18

\*【0076】また、第2実施形態では、同時に2本の垂直選択線4をオンにして、2画素を同時に読み出すような駆動を行う場合について述べたが、同時に3本以上のn本の垂直選択線4をオンにして、n画素を同時に読み出すようにしても良い。

【0077】一般に、同時にn本の垂直選択線4をオンにして、n画素を同時に読み出すようにする場合は、ゲートオン電圧V<sub>on, sub2</sub>とゲートオフ電圧V<sub>off, sub2</sub>との差V<sub>on, sub2</sub> - V<sub>off, sub2</sub>について、(9)式が成り立つ。

【0078】

って信号を上下2方向から読み出す場合や垂直選択線5を左右2方向から駆動させる場合がある。垂直選択線5の信号が、各セクション毎に鈍り方などに違いが生じるために、各セクション毎に、調整部制御線7をそれぞれ独立に制御することが必要となる。また、1本の信号線4に対して複数の調整用制御部を持つこともある。

【0085】調整用制御線7には、通常の画素と同じようなダミー画素(調整部)9が繋がる。このダミー画素9は、信号電荷を蓄積させないことが特徴である。このダミー画素9に、信号電荷が蓄積すると、画素3のTFTのオフセットを正しくキャンセルできない。このため、光電変換素子が無いが、光電変換素子が有っても、ダミー画素9のTFTに接続させない構造とする。また、調整用TFTは、画素3の読み出し用TFTと同じ構造を持つ方が良く、オフセットの原因であるチャージインジェクションの発生に関与する容量、つまり、信号線4と垂直選択線5との間の容量と、信号線4と調整用制御線7との間の容量が同じになるような構造を持つ方が良い(図20(a)乃至図20(d))。また、ダミー画素9の画素容量については、いくつかの場合が考えられる。画素容量を持つ場合、定電位に接続される場合、開放端とする場合などがある(図20(d))。

【0086】また、各セクションにおける、垂直選択線5の信号と調整用制御線7の信号の調整を行う必要がある。この調整には、オン/オフの切り替えるタイミングと、時定数と、振幅及び電圧値とを制御する。理想的には、垂直選択線5の信号と調整用制御線7の信号の時定数、タイミングを一致させるべきであるが、実際、これらを完全に一致させることは困難である。また、複数の垂直選択線5の信号と最低1本の調整用制御線7とで、補正を行う必要があり、垂直選択線5のばらつきを考えると、一定の調整用制御線7で、すべての垂直選択線5の信号とタイミング、時定数を一致させることは困難である。実際には、積分回路などの後段の回路で、信号が飽和しない程度に調整すれば良い。この場合、図21に示すように、過渡状態において、積分回路の出力値ピークを持つが、このピークが、飽和に達しなければ良い。

## 19

【0087】また、調整用制御線7の信号の振幅については、同時にオンする垂直選択線5の本数や関与する容量によって異なってくる。関与する容量は、垂直選択線5と信号線4間の容量であり、これを $C_{gs}$ とし、調整用制御線7と信号線4の容量を $C_{gs\ sub}$ 、垂直選択線5のオン・オフ電圧をそれぞれ $V_{on}$ 、 $V_{off}$ 、調整用制御線7のオン・オフ電圧をそれぞれ $V_{on\ sub}$ 、 $V_{off\ sub}$ 、とすると、理想的には、

$$(V_{on\ sub} - V_{off\ sub}) \times C_{gs\ sub} = (V_{on} - V_{off}) \times C_{gs}$$

が成り立つように、 $V_{on\ sub}$ 、 $V_{off\ sub}$ を選べば、垂直選択線4によるオフセットをキャンセルすることができる。

【0088】また、同時にS本(Sは自然数)の垂直選択線5をON状態にし、T本(Tは自然数)の調整用制御線7を用いて、オフセットをキャンセルする場合には、

$$T \times (V_{on\ sub} - V_{off\ sub}) \times C_{gs\ sub} = S \times (V_{on} - V_{off}) \times C_{gs}$$

が成り立つように、 $V_{on\ sub}$ 、 $V_{off\ sub}$ を選べば良い。

## 【0089】第7実施形態

画素3に信号が無かった場合には、積分回路の出力は0付近になる。信号電荷が一方にしか蓄積されなくて、積分回路が正負両側に出力できる場合には、およそ半分のレンジしか使用しないことになり、ダイナミックレンジを無駄にしていることになる。そこで、信号電荷と逆極性の電荷が発生するように調整用制御線7のオン・オフ電圧をシフトし、積分回路のダイナミックレンジを最大限に利用できるようにすることができる(図22)。

【0090】例えば、積分回路のオフセット調整を行いたい場合、シフト後のオン電圧を $V_{on\ sub'}$ 、オフ電圧を $V_{off\ sub'}$ とすれば、シフト電圧 $\Delta V_{on\ off\ sub}$ にしたがって、シフトする。

$$V_{on\ sub'} - V_{off\ sub'} = V_{on\ sub} - V_{off\ sub} + \Delta V_{on\ off\ sub}$$

シフト電圧 $\Delta V_{on\ off\ sub}$ は、積分回路のキャパシタを $C_{int}$ 、オフセットさせたい電圧を $\Delta V$ とすれば、 $\Delta V \times C_{int} = \Delta V_{on\ off\ sub} \times C_{gs\ sub}$ を満たすように設定される。

## 【0092】第8実施形態

なお、振幅については、上記関係より決めることができるが、調整用制御線7のオン・オフの電圧値については、調整用制御用のTFTが常にOFFの領域(リーク電流が小さい領域： $\Delta V_{better}$ 図23中)で、動作できるようにオン電圧でも、十分小さくした方がよい。これにより、調整用制御線7に繋がるダミー画素9内部の影響を最低限に抑えることができる。

## 【0093】第9実施形態

実際、各垂直選択線5に繋がるTFTにばらつきがあつ

## 20

たり、垂直選択線5に信号を与えるゲートドライバにばらつきがあつたり、画素から積分回路までの距離に違いがあつたりする為に、単純にオン・オフを繰り返す調整用制御線7では、十分に補正しきれない場合も存在する。このような際に、調整用制御線7の電圧を各垂直選択線毎に調整することにより、微妙なばらつきも補正することができる。このため、図24、図25に示すように、垂直選択線5毎に、調整用制御線7の駆動情報(時定数、タイミング)を保持しておく為のメモリ26を設け、それに応じた電圧をコントロール部25の制御で発生させることを必要とする。

【0094】なお、上述した全ての実施形態において、積分回路の出力から信号成分を抽出する為に、出力波形をサンプリングする。そのサンプリング方法として、2つの方法がある。1つの方法は、読み出しTFTのオン直前(S/H0)と読み出しTFTのオフ直前(S/H1)の2箇所をサンプリングし、その差を出力とする方法である。この場合、画素からの信号転送時間を十分に確保することができる一方、各読み出し用TFTによるチャージインジェクションのばらつきも信号に含まれてしまうという問題がある。

【0095】もう一つの方法は、図26に示すように、読み出しTFTのオン直前(S/H0)と、読み出しTFTのオフ後(S/H2)の2箇所をサンプリングし、その差を出力(信号)とする方法である。この方法の場合、画素からの信号電荷転送時間は短くなるが、読み出しTFTのオン・オフ動作が含まれる為に、読み出しTFTによるチャージインジェクションが自己のオン・オフによってキャンセルされ、読み出しTFT個々のばらつきがキャンセルできる。

【0096】ただし、積分回路の積分容量が小さい場合には、読み出しTFTをオンにした際に飽和してしまう。そのために、前記調整用TFTを駆動することにより、チャージインジェクションによる飽和を回避することができる。つまり、一時的な飽和は、垂直選択線5によるものと調整用制御線7によるものにおいて、キャンセルし、固体差によるばらつきは、読み出しTFTも調整用TFTも、それぞれオン動作、オフ動作の2つの動作を行うことにより、自己のチャージインジェクションでキャンセルすることができる。これにより、面内分布を抑えることができる。

## 【0097】第10実施形態

図27A、図27Bに示すように、一つのセクション内で、調整用制御線7を複数備える場合、そのうちの全数ではない調整用制御線7に点欠陥及び線欠陥が生じた際に、その制御線7を使用せずに、残りの調整用制御線7で、チャージインジェクションのキャンセルを補償する。その際、欠陥ライン分の電荷を発生させるために、使用する調整用制御線7の振幅を増幅させることにより対応する。もし、点欠陥が存在する調整用制御線7を用

## 21

いた場合、点欠陥のある信号線 4 が正しく補正されずに欠陥ラインとして画像に現れることになる。つまり、欠陥の調整用制御線 7 を使用しないことにより、画像への影響を最小限に抑えることが可能となる。

【0098】調整用制御線 7 を用いずに、チャージインジェクションによる飽和を防ぐ方法として、積分回路の入力端に直接電荷を入力してチャージインジェクションをキャンセルする方法がある。一つの方法として、積分回路の入力端に容量の片側を接続し、容量の他端の電圧を変化させることにより、電荷を入力することができ

## 【0099】変形例 1

図 28 (a), 図 28 (b), 図 28 (c) に示すように、積分回路に差動アンプを使用していた場合には、信号入力とは異なる入力端に、容量を接続しても同様の効果が得られる。

## 【0100】変形例 2

上述した全ての放射線検出器は、放射線診断装置、例えば X 線診断装置に適用可能である。図 29 には、放射線検出器を適用した X 線診断装置の構成を示している。X 線を発生するための X 線発生源 303 に対して、被検体を載置する寝台 302 を挟んで、放射線検出器 301 を配置する。X 線発生源 303 及び放射線検出器 301 は、被検体に対するアングルを任意に変えることができるように、C アーム形スタンド 310 に保持されている。このアングルの制御は、システムコントロール部 304 により行われる。システムコントロール部 304 には入力デバイス 309 が接続される。入力デバイス 309 からは、透視／撮影選択指令が入力される。システムコントロール部 304 は、入力された透視／撮影選択指令に従って、X 線の照射条件及び検出器 301 の画像収集条件を制御する。ディスプレイ 307 は、放射線検出器 301 で収集された画像、画像処理部 306 で処理された画像を表示するために設けられている。また、画像記録部 308 は、放射線検出器 301 で収集された画像、画像処理部 306 で処理された画像を記録するために設けられている。

【0101】システムコントロール部 304 は、X 線発生源 303 からの X 線発生シーケンスと、放射線検出器 301 の画像収集シーケンスとの同期をとるための制御信号を、X 線発生源 303 と放射線検出器 301 とに供給する。また、システムコントロール部 304 は、システムコントロール部 304 に接続された入力デバイス 309 から入力される透視／撮影選択指令に従って、駆動速度と解像度との関係を選択し、それに応じて放射線検

## 22

出器 301 に対して同時にオンする垂直選択線 5 の本数及び同時にオンする制御線 7 の本数、垂直選択線 5 の駆動電圧及び制御線 7 の駆動電圧を設定するための制御信号を放射線検出器 301 のコントローラ 22 に供給する。なお、入力デバイス 309 から、同時にオンする垂直選択線 5 の本数及び同時にオンする制御線 7 の本数、垂直選択線 5 の駆動電圧及び制御線 7 の駆動電圧が直接的に入力されるようになっていてもよい。これら制御信号は、電圧及び駆動本数を直接的に決定する信号であっても、検出器 301 の透視／撮影の駆動モードを選択することで電圧及び駆動本数を間接的に決定する信号であってもよい。なお、間接的な制御信号は、検出器 301 の内部にあるコントロール部 22 で直接的な信号に変換される。

【0102】これにより検出器 301 に対して各種駆動モード毎に最適なオフセットキャンセルを機能させることができ、術者の望む画像を収集することができる。本発明は、上述した実施形態に限定されることなく、種々変形して実施可能である。

## 【0103】

【発明の効果】本発明の放射線検出器は、マトリクス状に配列された入射放射線を電荷に変換する複数の電荷変換素子と、この電荷変換素子で発生する電荷を蓄積する複数のキャパシタと、このキャパシタに蓄積された電荷を読み出す電荷読出素子とを備えている。電荷読出素子のオン／オフ切替等により生じる、キャパシタに蓄積された電荷以外の電荷は、調整手段によりキャンセルされる。これにより S/N 比は向上する。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】従来の放射線検出器の構成図。

【図 2】従来の動作説明図。

【図 3】従来の画素及び積分回路の等価回路図。

【図 4】本発明の第 1 実施の形態による放射線検出器の構成図。

【図 5】第 1 実施の形態の動作説明図。

【図 6】図 4 の積分回路の出力信号を示す図。

【図 7】図 4 の画素、ダミー画素及び積分回路の等価回路図。

【図 8】本発明の第 2 実施の形態の動作説明図。

【図 9】本発明の第 3 実施の形態による放射線検出器の構成図。

【図 10】第 3 実施の形態の動作説明図。

【図 11】本発明の第 4 実施の形態の動作説明図。

【図 12】本発明の第 5 実施の形態の動作説明図。

【図 13】図 4 のダミー画素のバリエーションを示す図。

【図 14】第 1 乃至第 5 実施の形態の画素アレイの平面略図。

【図 15】第 6 実施の形態に係る画素アレイセクションのバリエーション 1 を示す図。

23

【図16】第6実施の形態に係る画素アレイセクションのバリエーション2を示す図。

【図17】第6実施の形態に係る画素アレイセクションのバリエーション3を示す図。

【図18】第6実施の形態に係る画素アレイセクションのバリエーション4を示す図。

【図19】第6実施の形態に係る画素アレイセクションのバリエーション5を示す図。

【図20】図14～図19のダミー画素のバリエーションを示す図。

【図21】第6実施の形態において、ダミー画素の出力エラーに対する許容性を示す図。

【図22】本発明の第7実施の形態の動作説明図。

【図23】本発明の第8実施の形態において、ダミー画素のTFTに対するゲート信号の適正範囲を示す図。

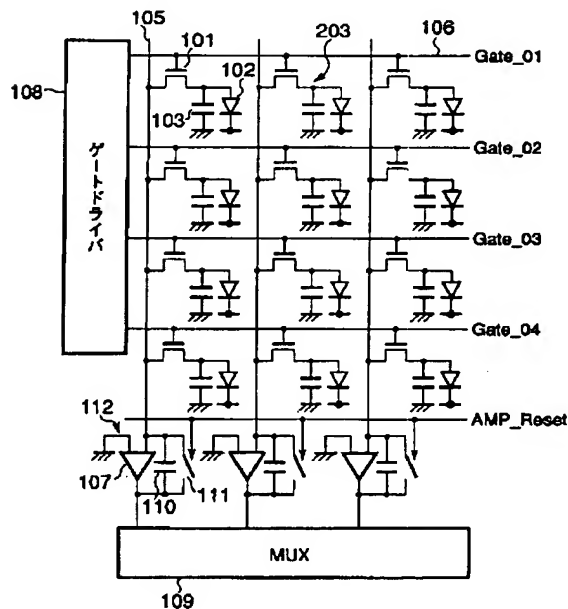
【図24】本発明の第9実施の形態による放射線検出器の構成図。

【図25】第9実施の形態の動作説明図。

【図26】第1乃至第9実施の形態において、積分回路の出力信号に対するサンプリング動作説明図。

【図27】(a)は本発明の第10実施の形態による放\*

【図1】



24

\*放射線検出器の構成図、(b)は図27(a)のコントロール部の制御に従ってゲートドライバからダミー画素のTFTに与えられるゲート信号を示す図。

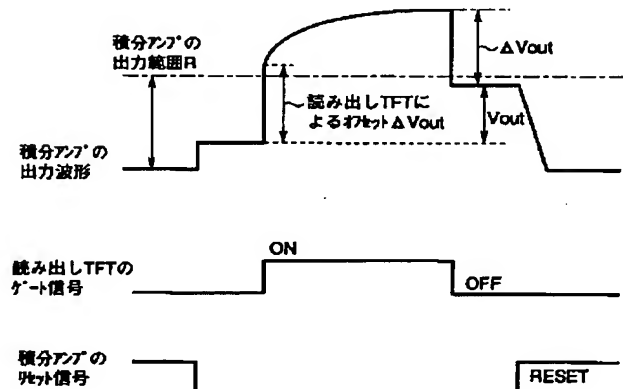
【図28】第1乃至第10実施の形態において、積分回路の変形例を示す図。

【図29】第1乃至第10実施の形態の放射線検出器を搭載した放射線診断装置の構成図。

【符号の説明】

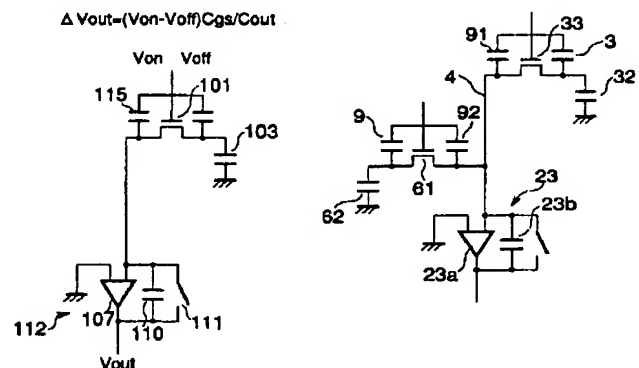
- 1…X線検出部、
- 2…読出回路部、
- 3…画素、
- 4…信号線、
- 5…垂直選択線、
- 6…調整部、
- 7…制御線、
- 9…ダミー画素、
- 21…ゲートドライバ、
- 22…ゲートドライバ、
- 23…積分回路、
- 24…マルチプレクサ、
- 25…コントロール部。

【図2】

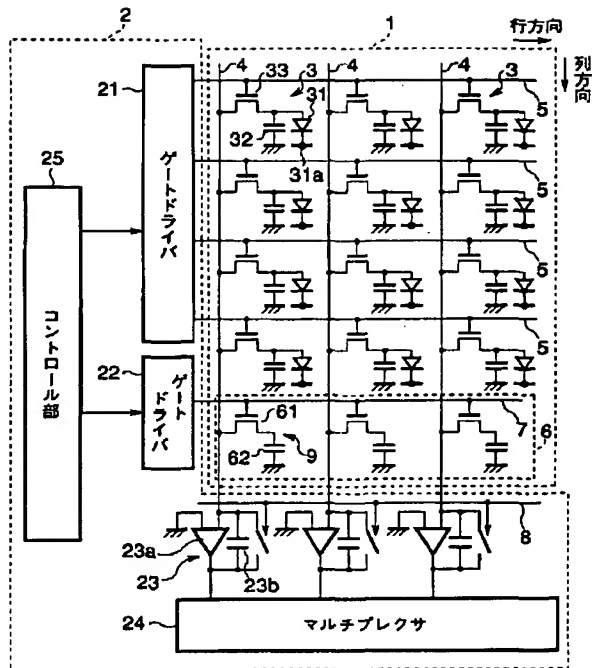


【図3】

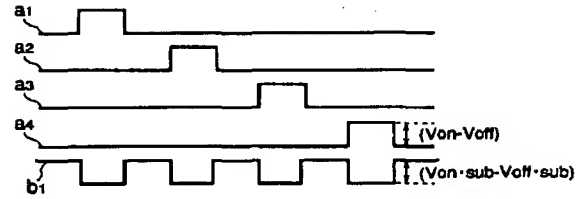
【図7】



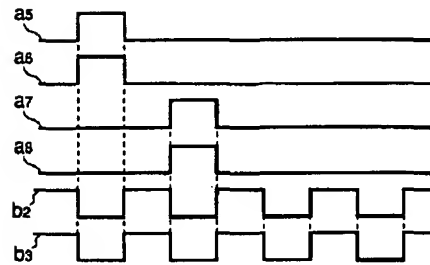
【図4】



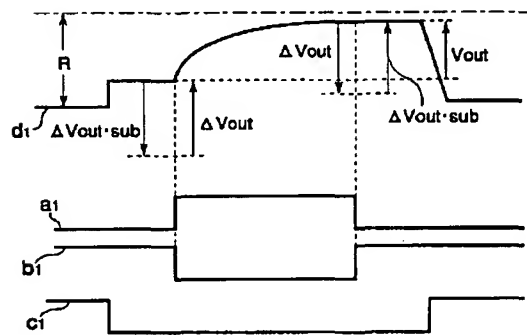
【図5】



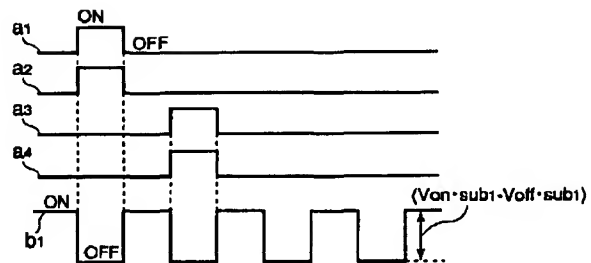
【図10】



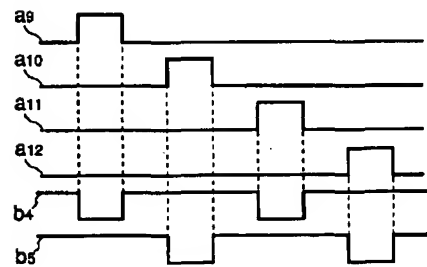
【図6】



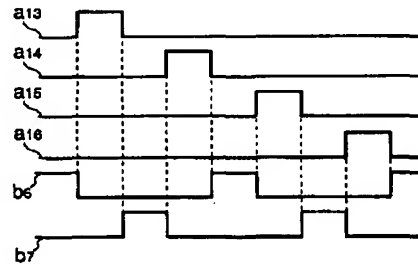
【図8】



【図11】

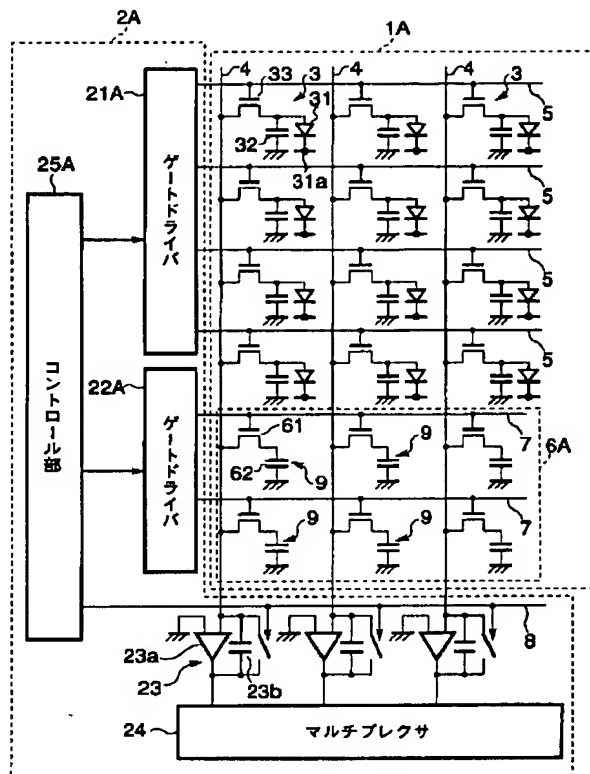


【図12】

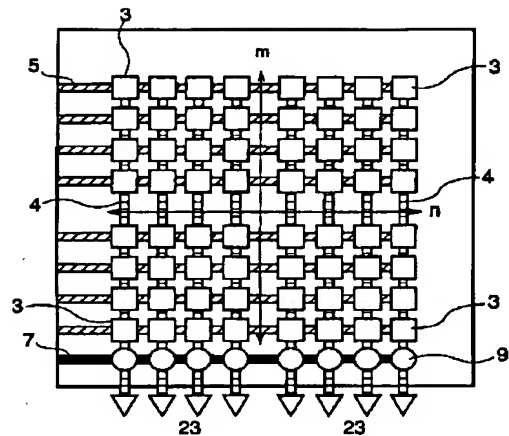




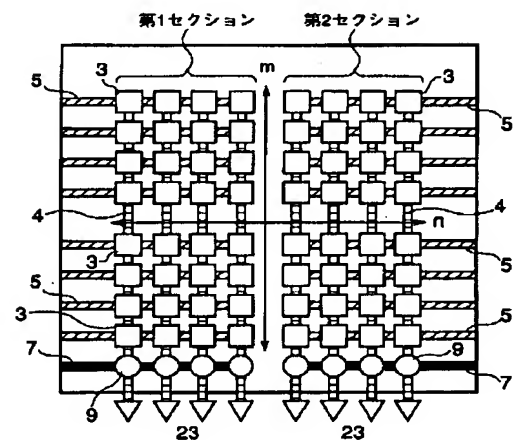
【図9】



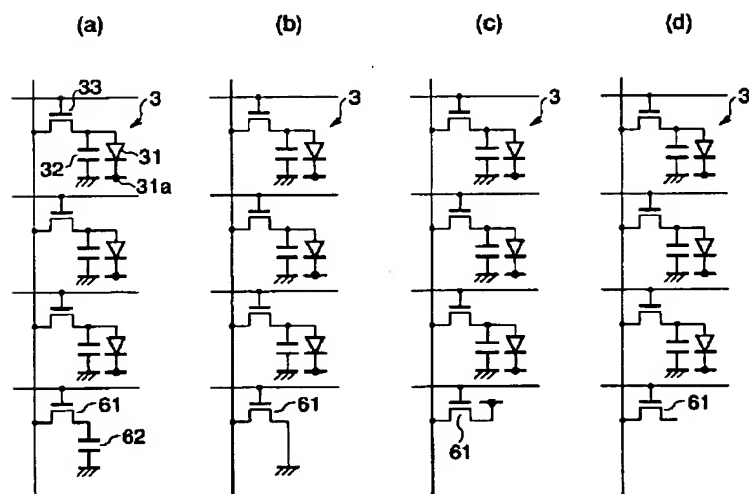
【図14】



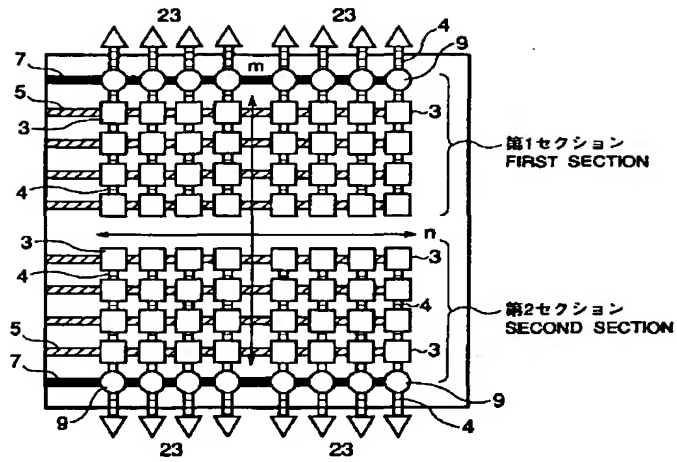
【図16】



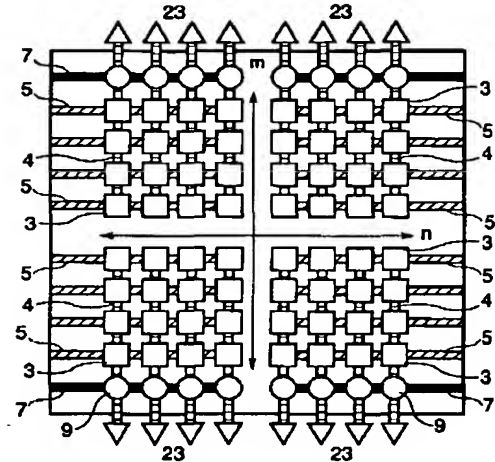
【図13】



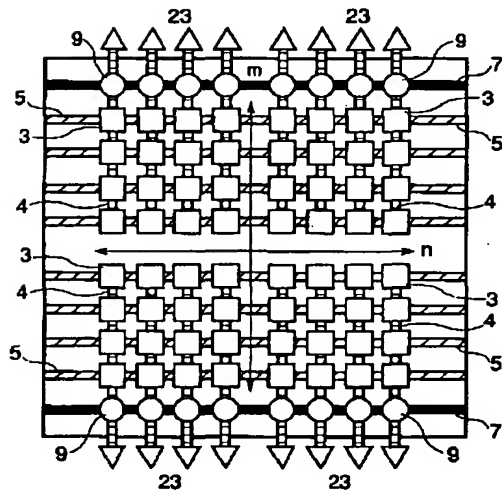
【図15】



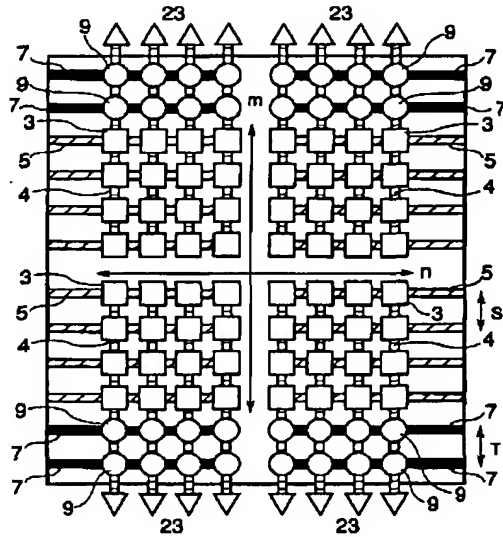
【図17】



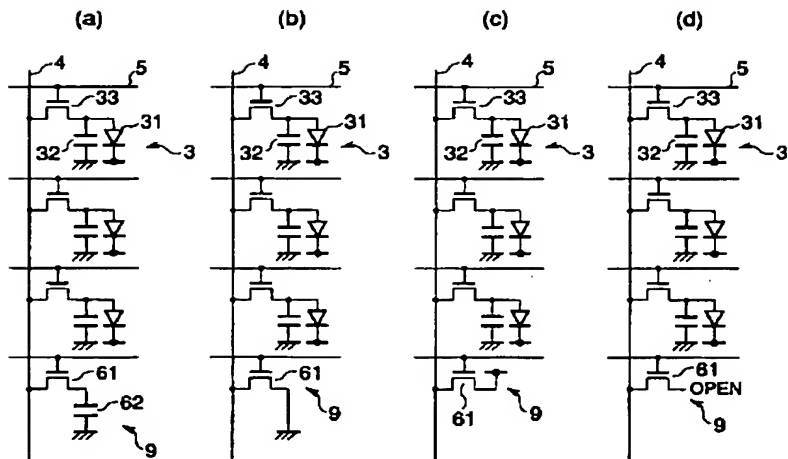
【図18】



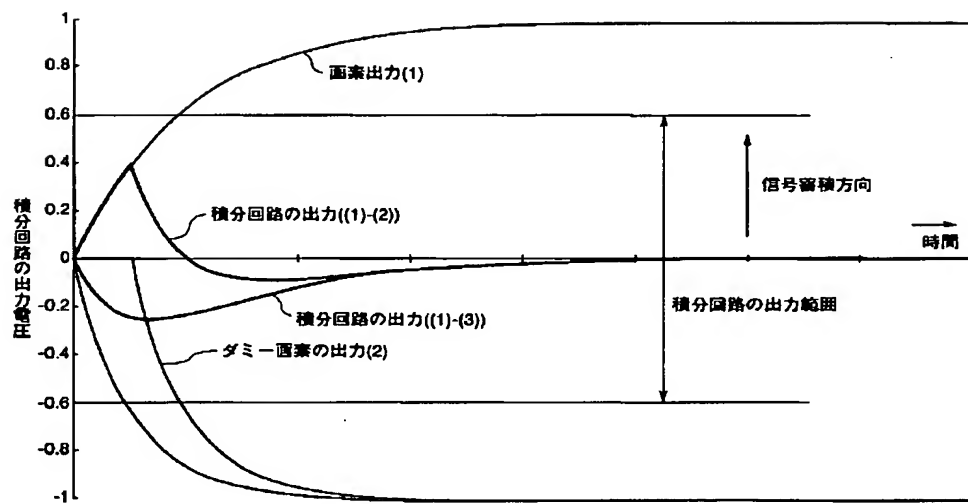
【図19】



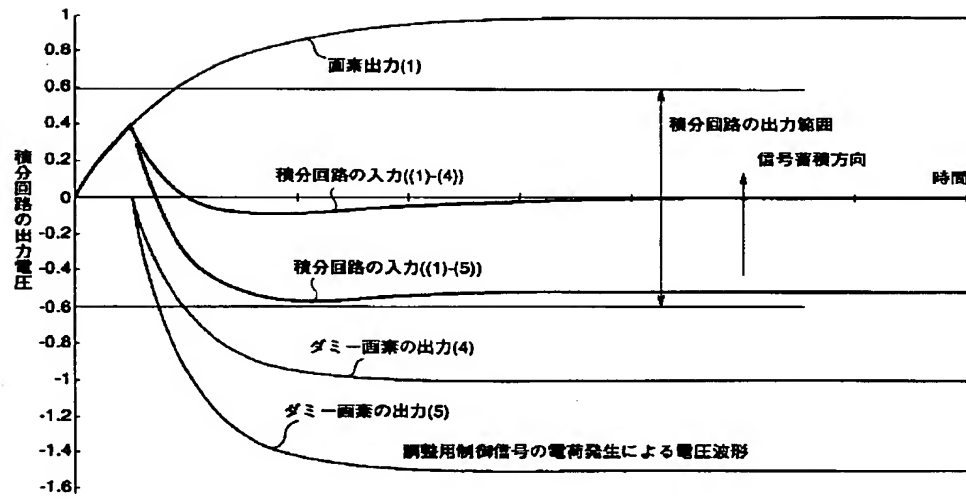
【図20】



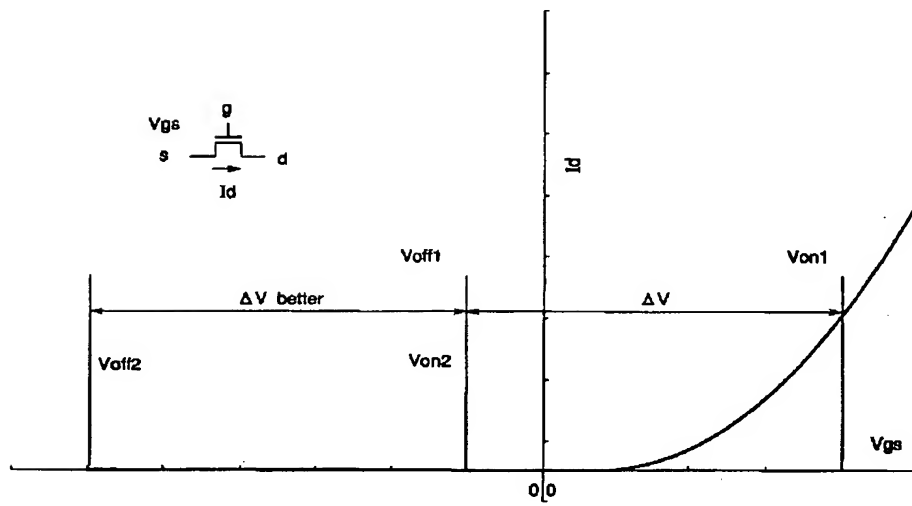
【図21】



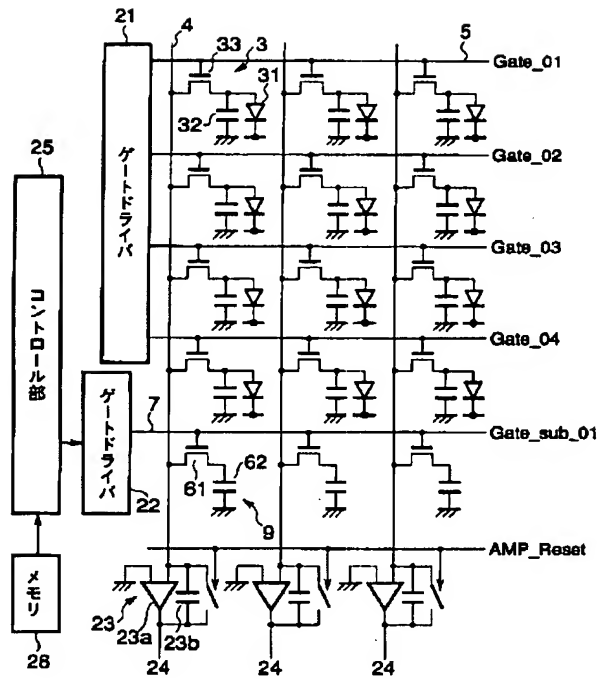
【図22】



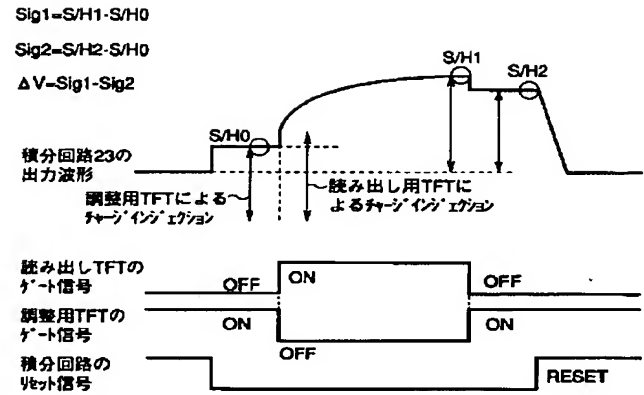
【図23】



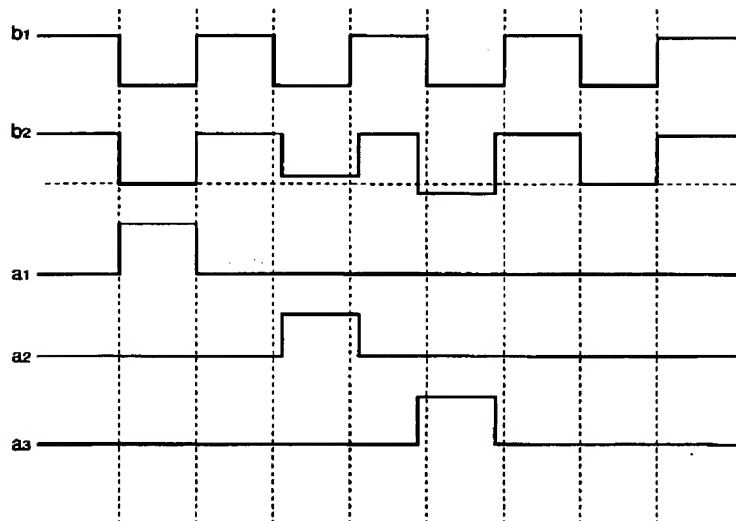
【図24】



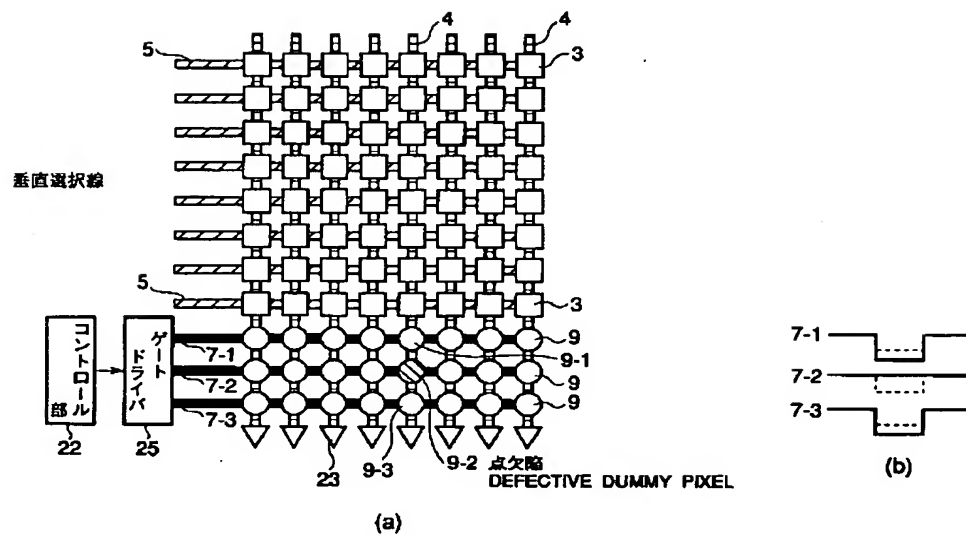
【図26】



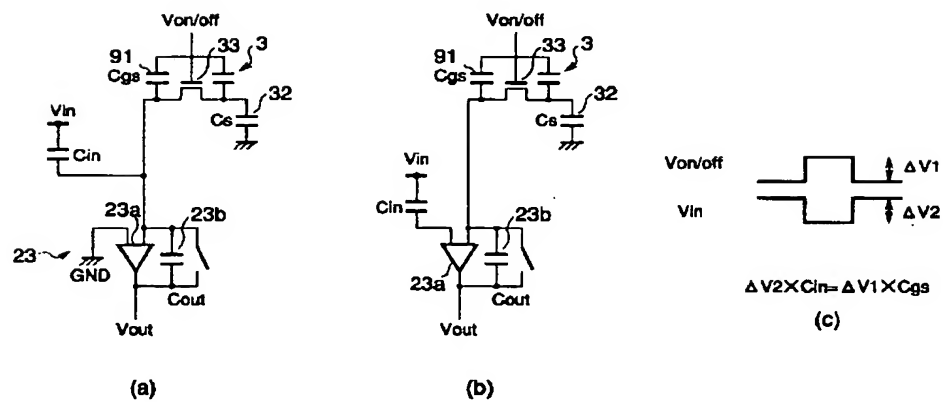
【図25】



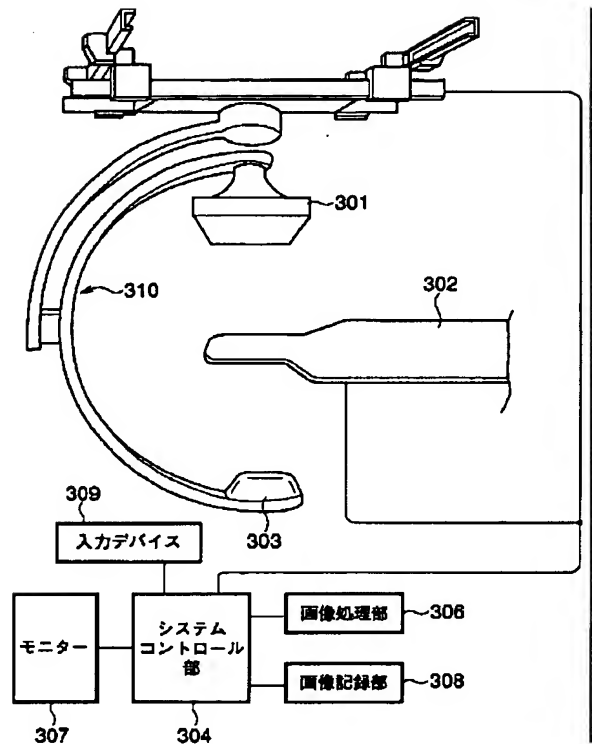
【图 27】



【図 28】



【図 29】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード* (参考)	
H O 1 L	27/146	H O 4 N	1/028	A
	27/14		5/32	
	31/09		7/18	L
H O 4 N	1/028	H O 1 L	27/14	C
	5/32			K
	7/18		31/00	A
<hr/>				
(72) 発明者	永井 清一郎	(72) 発明者	田中 学	
	東京都北区赤羽 2 丁目 16 番 4 号 東芝医用		栃木県大田原市下石上 1385 番の 1 株式会	
	システムエンジニアリング株式会社内		社東芝那須工場内	
		(72) 発明者	坂口 卓弥	
			栃木県大田原市下石上 1385 番の 1 株式会	
			社東芝那須工場内	

98930183

file:///c:/APPS/preexam/correspondence

## FILING RECEIPT



\*OC000000005203021\*

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE  
Patent and Trademark OfficeAddress: ASSISTANT SECRETARY AND  
COMMISSIONER OF PATENT AND TRADEMARKS  
Washington, D.C. 20231

APPLICATION NUMBER	FILING DATE	GRP ART UNIT	FIL FEE REC'D	ATTY. DOCKET NO	DRAWINGS	TOT CLAIMS	IND CLAIMS
09/550,800	04/18/2000	2878	1890	0039-7683-2S	20	52	11

Oblon Spivak McClelland Maier & Neustadt PC  
Fourth Floor  
1755 Jefferson Davis Highway  
Arlington, VA 22202

Date Mailed: 06/26/2000

Receipt is acknowledged of this nonprovisional Patent Application. It will be considered in its order and you will be notified as to the results of the examination. Be sure to provide the U.S. APPLICATION NUMBER, FILING DATE, NAME OF APPLICANT, and TITLE OF INVENTION when inquiring about this application. Fees transmitted by check or draft are subject to collection. Please verify the accuracy of the data presented on this receipt. **If an error is noted on this Filing Receipt, please write to the Office of Initial Patent Examination's Customer Service Center. Please provide a copy of this Filing Receipt with the changes noted thereon. If you received a "Notice to File Missing Parts" for this application, please submit any corrections to this Filing Receipt with your reply to the Notice. When the PTO processes the reply to the Notice, the PTO will generate another Filing Receipt incorporating the requested corrections (if appropriate).**

## Applicant(s)

Takayuki Tomisaki, Otawara-shi, JAPAN;  
Michitaka Honda, Yaita-shi, JAPAN;  
Seiichiro Nagai, Otawara-shi, JAPAN;  
Manabu Tanaka, Otawara-shi, JAPAN;  
Takuya Sakaguchi, Otawara-shi, JAPAN;

## Continuing Data as Claimed by Applicant

## Foreign Applications

JAPAN 11-160213 06/07/1999  
JAPAN 2000-108099 04/10/2000

If Required, Foreign Filing License Granted 06/26/2000

JUN 29 2000

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

## Title

Radiation detector

## Preliminary Class

250